

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ДЕМПФЕРОВ ОПОР РОТОРОВ АВИАЦИОННЫХ ГТД

Новиков Д.К., Балякин В.Б.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Важность разработки и исследования демпферов опор роторов авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) обусловлена повышенной вибрацией, возникающей в ряде случаев при доводке и эксплуатации изделий. Наиболее эффективным устройством, влияющим на динамику ротора, является гидродинамический демпфер (ГДД), который образуется (рис. 1) установкой наружной обоймы 1 подшипника или связанной с ней втулки вибратора 2

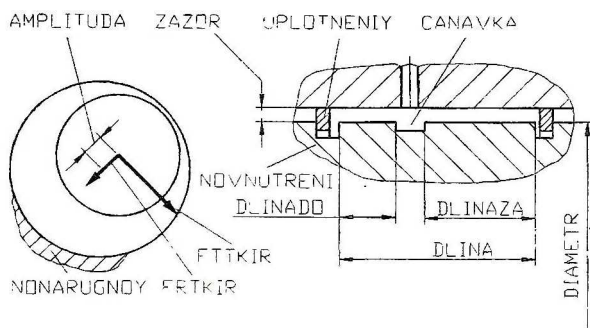


Рис. 1. Схема гидродинамического демпфера

в корпус 3 с зазором 0,1...0,5 мм и закреплением от вращения. В зазор подаётся смазка. Колебания гасятся силами вязкого трения, возникающими в тонком слое смазки, находящемся в демпферном зазоре.

Актуальность создания новой информационной технологии расчета ГДД состоит в недостаточной разработанности программного обеспечения ПЭВМ в данной области, в потребности проведения расчетов в удобной для пользователя-непрограммиста форме, а также в необходимости централизованного хранения множества результатов расчетов, необходимых в процессе проектирования и доводки двигателя. Для программной реализации такой технологии необходимо создать информационную модель ГДД.

Расчет ГДД заключается в определении радиальной и тангенциальной компонент гидродинамической силы в смазочном слое демпфера, для чего необходимо определить распределение давления в демпферном зазоре. Эти расчеты проводятся на основании современных методик, учитывающих турбулизацию демпферной жидкости, возможность разрыва, а также силы инерции, возникающие в смазочном слое [1].

Этап расчета характеристик демпфера начинается с выбора демпфера. Выбор осуществляется клавишами перемещения курсора и нажатием клавиши "Enter". При этом система запрашивает подтверждение правильности выбора (табл.1)

Таблица 1

**ВЫБОР НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ РАСЧЕТА
ДЕМПФЕРА ИЗ СПИСКА**
Поиск "Название демпфера"

ОПОРЫ ТНД
ЗАДНЕЙ ОПОРЫ КНД
ОПОРЫ ТВД
ПЕРЕДНЕЙ ОПОРЫ КВД
ОПОРЫ ТВД
ОПОРЫ ТВД

.....

Введите новое или искомое имя>

_____ Выбрано ОПОРЫ ТНД ! ? Выходим ?_

I _____ Да _____ Нет _____ I

Дата внедрения >21.04.98

Выберите имя и нажмите "Enter".

Помощь: "F2"

Листание: вперед- "PgDn", назад- "PgUp"

Выход- "Esc".

При подтверждении правильности выбора на экран выводятся параметры выбранного демпфера и предлагается изменить их для расчёта характеристик (табл.2). После изменения параметров предлагается изменить режимы работы ротора. После изменения режимов осуществляется расчет и на экран выводится результаты расчета. Если параметры демпфера, не менялись, статус демпфера, сохраняется, иначе ему присваивается статус "проектируемый"

ДЕМПФЕР ОПОРЫ ТНД ДВИГАТЕЛЯ ПС-90

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ
ПАРАМЕТРЫ
ДЕМПФЕРАПАРАМЕТРЫ
РАБОЧЕЙ
ЖИДКОСТИ

Диаметр-162 .00 мм

Плотность = 763.00 КГ/М3

Радиальный зазор=0.130мм

Давление подачи= 0.500 Мпа

Длина демпфера =17.00мм

Вязкость = 0.001440 Н.с/м2

Демпферный зазор уплотнен по торцам

Длина, до питающей канавки=7.00 мм

Длина за питающей канавкой=7.00 мм

Желаете изменить параметры демпфера ?

Да

Нет

I

если не были изменены ни параметры демпфера, ни режимы, система предлагает просмотреть или вывести на печать данные о выбранном демпфере. Из пункта выбора демпфера возможен выход нажатием клавиши «Esc». При этом система запрашивает подтверждение и предлагает просмотреть результаты расчетов. При отказе от просмотра осуществляется выход из системы. В противном случае система предлагает меню по работе с базой данных.

Основой информационной модели является база данных. Анализ проводимых при проектировании ГДД расчетов привел к необходимости создания двух файлов, формирующих базу данных. В файле DEMF хранятся сведения о штатных демпферах, установленных на двигателях, и уже снятых с производства, а файл DF предназначен для хранения измененных вариантов исходных данных демпферов (проектируемые демпферы) и результатов расчетов по штатным (серийным), снятым и проектируемым демпферам при различных режимах работы ротора.

Поля файла DEMF (табл.3) можно разделить на несколько групп. Текстовые определяют названия двигателя и демпфера, математическую модель, принятую при расчете демпфера. Предусмотрено два поля для хранения чертежного номера втулок 2 вибратора и корпуса демпфера 3 (см. рис. 1) деталей, определяющих демпферный зазор. Поле STATUS определяет статус демпфера - проектируемый, штатный, серийный и т.п. Числовые поля используются для данных, характеризующих геометрию демпфера (диаметр, длина, зазор), физические свойства смазки (плотность, вязкость, давление подачи), а также влияние ротора (амплитуда колебаний и частота

прецессии). Два логических поля предназначены для описания структуры демпфера [2] и характеризуют наличие или отсутствие питающей канавки 4 и уплотнений по торцам 5 (см. рис.1). В зависимости от этих полей может реализоваться расчет длинного или

Таблица 3

СТРУКТУРА ФАЙЛА DEMP

№	Поле	Тип	Дли- на	Точ- ность	Наименование
1	DVIGATEL	C	010		Название двигателя
2	DEMPFER	C	025		Название демпфера
3	DIAMETR	N	006	002	Диаметр демпфера, мм
4	ZAZOR	N	005	003	Зазор, мм
5	DLINA	N	005	002	Общая длина демпфера, мм
6	CANAVKA	L	001		Наличие канавки
7	DLINADO	N	005	002	Длина до канавки, мм
8	DLINAZA	N	005	002	Длина за канавкой, мм
9	UPLOTNENIY	L	001		Наличие уплотнений
10	VYZKOST	N	008	006	Вязкость смазки, Н.с/м2
11	PLOTNOST	N	006	002	Плотность смазки кг/м3
12	DAVLENIE	N	006	003	Давление подачи, Мпа
13	AMPLITUDA	N	006	004	Амплитуда колебаний, мм
14	CHASTOTA	N	008	002	Частота колебаний, рад/с
15	NONARUGNOY	C	014		Номер наружной детали
16	NOVNUTRENI	C	014		Номер внутренней детали
17	DATEVNEDRE	D	008		Дата внедрения
18	OPISANDEMP	M	010		Примечание
19	STATUS	C	15		Статус демп.
20	MODEL	C	20		Модель демп.

короткого ГДД, с уплотнениями или без них. Предусмотрено поле типа "D" для хранения даты внедрения и MEMO-поле для примечаний к конструкции демпфера.

Файл DF имеет расширенную сравнительно с файлом DEMP структуру (табл. 4). В нем добавлены числовые поля, необходимые для хранения безразмерных параметров, образованных из соответствующих размерных [3] исходных данных, а также безразмерных и размерных результатов расчета (компонент сил в демпфере и получаемых из них инерционных, демпфирующих и жесткостных коэффициентов). Введено новое поле типа "D" для хранения даты выполнения расчета и текстовое поле VREMYARASC для отметки времени проведения расчетов. Для введения различных примечаний предусмотрено MEMO-поле OPISARABDE демпфера.

Таблица 4

СТРУКТУРА ФАЙЛА DF

№	Поле	Т и п	Длина	Точ- ность	Наименование
1	DVIGATEL	C	010		Название двигат.
2	DEMPFER	C	025		Название демпф.
3	DIAMETR	N	006	002	Диаметр , мм
4	ZAZOR	N	005	003	Зазор, мм
5	DLINA	N	005	002	Общ. Длина , мм
6	CANAVKA	L	001		Наличие канавки
7	DLINADO	N	005	002	Длина демпфера до канавки, мм
8	DLINAZA	N	005	002	Длина демпфера за канавкой, мм
9	UPLOTNENIY	L	001		Наличие уплотнений
10	VYZKOST	N	008	006	Вязкость смазки, Н.с/м ²
11	PLOTNOST	N	006	002	Плотность смазки, кг/м ³
12	DAVLENIE	N	006	003	Давление подачи смазки, Мпа
13	AMPLITUDA	N	006	004	Амплитуда колебаний ротора, мм
14	CHASTOTA	N	008	002	Частота колебаний ротора, рад/с
15	EPSI	N	005	005	Относит. ампл.
16	SIGM	N	009	005	Параметр инерц.
17	PSII		012	010	Относит. Зазор

18	LYMI	N	008	006	Относит. Длина
19	LYMI1	N	008	006	Относительная длина до канавки
20	LYMI2	N	008	006	Относит. Длина за канавкой
21	FRTKI	N	012	010	Безразмерная радиальная сила
22	FRTKIR	N	012	005	Радиаль. Сила, Н
23	FTTKI	N	012	010	Безразмерная тангенц. Сила
24	FTTKIR	N	012	005	Тангенциальная сила, Н
25	CXX	N	012	010	Жесткость ради- альная, МН/м
26	CXY	N	012	010	Жесткость пере- крестная, МН/м
27	CIXX	N	012	010	Инерц. Сост. Радиаль. Жёстк., МН*с*с/м
28	ÑIXY	N	012	010	Инерц. Сост.Пе- рекр. Жёсткости МН*с*с/м
29	DXX	N	012	010	Демпфирование радиальное, МН*с/м
30	DXY	N	012	010	Демпфирование перекрестное, МН*с/м
31	DATERASCHE	D	008		Дата вып. Расч.
32	OPISARABDE	M	010		Примечания Время
33	VREMYARAS	C	8		вып. Расч.
34	PPODB	N	8		Безразмерное давление подачи
35	STATUS	C	15		Статус демпфера
36	MODEL	C	20		Модель демпф.

Система управления базами данных содержит 34 файла, занимающих 50 Кбайт памяти на жестком магнитном диске. Большинство подпрограмм использует служебную базу данных SLOVAK, содержащую структуры основных баз данных и пояснения к ним. База данных создана в системе "FoxPro 2".

Для удобства анализа результатов предусмотрена система фильтров, при этом можно указать поля базы, по которым будет установлен фильтр (табл. 5). При установке границ фильтра

автоматически производится подсчет числа отфильтрованных записей. При просмотре можно пометить записи, которые в дальнейшем могут быть удалены. согласно меню, можно просмотреть распределение режимов течения и давления в демпфере, где показаны изобары, цветовая шкала которых приведена внизу экрана между числами, соответствующими границам диапазонов делений.

Использование описанной базы данных позволяет повысить степень автоматизации проектных работ при выборе демпфера. Централизованное хранение результатов расчетов и оперирование с

Таблица 5

УСТАНОВКА ФИЛЬТРА по базе DF		
Имя поля	Нижняя граница	Верхняя граница
Название двигателя	ПС-90	ПС-90
Название демпфера	ОПОРЫ ТНД	ОПОРЫ ТНД
Демпф. Зазор, мм	0.130	0.130
Амплитуда колебаний ротора, мм	0.0009	0.0009
Частота колебаний ротора, рад/с	1180.00	1180.00
Дата выполнения расчета	22.06.93	22.06.93
Статус демпфера	Серийный	Серийный
Таких записей в базе - 1		

ними средствами системы управления базами данных позволяет строить различные графики (например, зависимости коэффициентов жесткости, демпфирования и присоединенной массы от амплитуды колебаний) в автоматическом режиме, что необходимо для анализа влияния демпфера на динамику ротора. Осуществление программной связи информационной модели ГДД с комплексом программ по расчету динамики ротора позволило производить оценку влияния ГДД на динамические характеристики системы "ротор - опоры"

Список литературы

1. Балякин В.Б., Зырянов А. А., Новиков Д.К. Создание методик расчета гидродинамических демпферов, учитывающих разрыв смазочного слоя рабочей жидкости: Тез. докл. Российского симпозиума по трибологии. Ч.1. - Самара, 1993, С. 22.
2. Белоусов А. И., Новиков Д.К., Балякин В.Б. Гидродинамические демпферы опор роторов турбомашин. - Куйбышев, 1991. 94 с.
3. Балякин В.Б. Выбор определяемых и определяющих параметров, гидродинамических демпферов газотурбинных двигателей. - В сб.: Вибрационная прочность и надежность двигателей и систем летательных аппаратов. - Куйбышев, 1989, С. 5-11